

FENOLOGIA DE *Caryocar brasiliense* Camb. (CARYOCARACEAE) NO ALTO RIO GRANDE, SUL DE MINAS GERAIS

Gisele Freitas Vilela¹, Dulcinéia de Carvalho², Fábio de Almeida Vieira³

(recebido: 7 de fevereiro de 2008; aceito: 26 de setembro de 2008)

RESUMO: Estudos fenológicos fornecem subsídios para a compreensão da dinâmica dos ecossistemas florestais e para o manejo de espécies nativas. Na região de Cerrado do Alto Rio Grande, sul de Minas Gerais, a espécie *Caryocar brasiliense* possui altura e porte variados na maturidade reprodutiva. Objetivou-se, nesse estudo avaliar os padrões fenológicos inter e intrapopulacional dos indivíduos de porte arbóreo e subarbustivo e suas relações com as variáveis climáticas. Foram feitas 35 observações quinzenais das fenofases vegetativas e reprodutivas. Foi analisado o índice de atividade para cada fase, sendo posteriormente correlacionadas com os valores de variáveis meteorológicas com o uso da análise de correlação linear de Spearman. A espécie é caducifólia, com perda total de folhas na estação seca. O enfolhamento cessa durante o período mais seco e inicia-se logo após a queda total das folhas, estendendo-se por toda a estação chuvosa. A floração e frutificação ocorreram durante a estação chuvosa. A fase reprodutiva parece ser anual ou subanual, com mais de um episódio de floração por ano. O índice de atividade revelou alto sincronismo intrapopulacional durante a primeira floração em todas as populações (> 80%). A sincronia interpopulacional para os eventos de floração e frutos maduros foram todas positivas e significativas, conforme as correlações de Spearman. Indivíduos de *C. brasiliense* de porte arbóreo e porte subarbustivo apresentaram as fenofases em épocas semelhantes. A época ideal para coleta de frutos maduros, nos locais estudados, é nos meses de fevereiro e março.

Palavras-chave: Cerrado, *Caryocar brasiliense*, floração, frutificação, sincronia.

PHENOLOGY OF *Caryocar brasiliense* Camb. (CARYOCARACEAE) IN THE ALTO RIO GRANDE, MINAS GERAIS STATE

ABSTRACT: Phenological studies are important to understand the dynamics in forest ecosystems and also to enable adequate management of their native species. In the Cerrado regions of the high Rio Grande river (south of Minas Gerais State), *Caryocar brasiliense* species is found in highly distinct morphological forms with variable phenology. The aim of this study was to investigate phenological patterns within and between populations of both the tree and shrub forms of the individuals and to determine any correlation with abiotic factors. Thirty-five observations of the phenophases of the vegetative and reproductive stages were recorded every two weeks for 18 months. The activity index was analyzed for each stage and further analyzed to see if there were associations with the climate data by using Spearman's linear correlation. The species was deciduous but leaf growth became retarded during the dry season, at which point leaf flushing stopped and total leaf fall occurred throughout the rainy season. The flowering and the fruit production occurred in the rainy season. The reproductive phase can be either annual or sub-annual. The activity index showed high synchronism within populations during the first flowering in all populations studied (> 80%). Flowering and mature fruits were highly synchronized according to Spearman correlations. Tree and shrub individuals of *C. brasiliense* had very similar times for their phenophases. The best period for collecting mature fruits in these regions is between February and March.

Key words: Savanna, *Caryocar brasiliense*, flowering, fruiting, synchrony.

1 INTRODUÇÃO

Os eventos de floração e frutificação são determinantes para o sucesso reprodutivo das populações e podem influenciar na atração de polinizadores e dispersores de sementes. A floração sincronizada facilita o fluxo de pólen e a reprodução cruzada (HALL et al., 1996; PRIMACK, 1980). Da mesma maneira, a produção

sincronizada de frutos pode saciar os predadores de sementes e aumentar a atratividade de frugívoros necessários à sua dispersão das sementes (AUGSPURGER, 1981; JANZEN, 1971). Adicionalmente, os padrões de brotamento e queda foliar são importantes pela relação com o crescimento e a evapotranspiração (BORCHERT et al., 2002). Portanto, a fenologia dos vegetais influencia a estrutura, o funcionamento e a regeneração das

¹Doutoranda do Curso de Agronomia da Universidade do Estado de São Paulo/UNESP/FCA – Cx. P. 102 – 18603-970 – Botucatu, SP – gfvilela@uol.com.br

²Professora do Departamento de Ciências Florestais/DCF da Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P.3037 – 37200-000 – Lavras, MG – dulce@ufla.br

³Doutorando do Curso de Engenharia Florestal do Departamento de Ciências Florestais/DCF da Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – vieirafa@yahoo.com.br

comunidades vegetais (WILLIAMS et al., 1999). Nos trópicos, fatores climáticos e interações entre espécies estão frequentemente associados com a sazonalidade dos eventos fenológicos das plantas, tanto ao nível de comunidade (FRANKIE et al., 1974; JUSTINIANO & FREDERICKSEN, 2000), quanto de espécie (CAMARGO-RICALDE et al., 2004; MORELLATO, 2004).

O entendimento dos padrões fenológicos nos ecossistemas naturais é informativo para programas de conservação de recursos genéticos e manejo florestal. Essa abordagem assume importância, por exemplo, para a taxonomia (SOLIVA & WIDMER, 1999) e nas associações com os fatores ambientais (GOULART et al., 2005; WRIGHT et al., 1999), genéticos (EL-KASSABY, 1984; SOLIVA & WIDMER, 1999) e com a fragmentação florestal (FUCHS et al., 2003; HERRERÍAS-DIEGO et al., 2006). Muitos estudos reuniram informações fenológicas para as espécies (DAVIES & ASHTON, 1999; MARQUES et al., 2004), mas, em geral, não examinaram diferenças entre e dentro de populações (GOULART et al., 2005; SEGHIERI & SIMIER, 2002). Essa abordagem é importante para entender a variabilidade fenológica como uma estratégia de sobrevivência das populações em ambientes diferentes e como os fatores abióticos influenciam os padrões fenológicos (GOULART et al., 2005).

A espécie *Caryocar brasiliense* Camb., Caryocaraceae, conhecida como pequizeiro, é típica do bioma Cerrado (ARAÚJO, 1995), que abrange cerca de 20 a 25% do território brasileiro (RATTER et al., 1997). O bioma apresenta grande fonte natural de recursos biológicos de flora e fauna (ALMEIDA et al., 1998; OLIVEIRA & GIBBS, 2000; RATTER et al., 1997), mas, em função da expansão urbana e agrícola, a cobertura original está reduzida em mais de 40%, merecendo especial atenção (MYERS et al., 2000). A espécie *C. brasiliense* apresenta importância social e econômica, sendo o extrativismo dos frutos nas populações naturais a principal fonte de renda de diversas comunidades rurais que vivem no cerrado (ALMEIDA et al., 1998; CHÉVEZ POZO, 1997). Considerando a redução contínua das áreas de cerrado, a espécie está submetida a riscos constantes de extinção local de suas populações, o que enfatiza a necessidade de estudos que auxiliem nas estratégias de conservação (MELO JÚNIOR et al., 2004).

A floração do pequizeiro ocorre geralmente entre agosto e novembro, com pico em setembro, sendo que a frutificação acontece entre outubro e fevereiro na região Central do Brasil (PROENÇA et al., 2000). Eventualmente, ocorre floração fora de época e uma produção de frutos

extemporânea (entressafra) menos abundante em julho e agosto (GRIBEL & HAY, 1993). Em alguns locais do sul de Minas Gerais, a espécie possui altura e porte variados na maturidade reprodutiva, ao contrário dos indivíduos comumente encontrados em outras regiões, que se reproduzem ao atingirem porte arbóreo (GRIBEL & HAY, 1993). Dessa forma, o conhecimento da variabilidade fenológica de *C. brasiliense* dentro e entre populações, assim como as diferenças entre indivíduos de porte arbóreo e subarbustivo é importante para o entendimento da estratégia de sobrevivência das populações, com implicações diretas para a conservação e manejo da espécie. Especificamente, objetivou-se, nesse estudo, avaliar os padrões fenológicos inter e intrapopulacional dos indivíduos de porte arbóreo e subarbustivo e suas relações com as variáveis climáticas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Locais de estudo e amostragem

O estudo fenológico da espécie *C. brasiliense* foi realizado na região do Alto Rio Grande, sul de Minas Gerais, em três locais (Figura 1). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cwa, com precipitação média anual de 1.530 mm e temperatura média anual de 19,4°C (BRASIL, 1992). Em duas unidades amostrais (Itumirim e Itutinga) foram coletadas amostras de solo visando à classificação e descrição dos locais, realizadas pelo Departamento de Ciências do Solo da Universidade Federal de Lavras-UFLA.

Os locais foram escolhidos pela condição aparente de preservação e com tamanho populacional adequado para as observações. Em cada local foram marcados dez indivíduos arbóreos (FOURNIER & CHARPANTIER, 1975). Em Itumirim (Itm) também foram marcados dez indivíduos de porte subarbustivo. Os indivíduos de *C. brasiliense* de porte arbóreo amostrados possuíam altura variando entre 4 e 6 m e os indivíduos de porte subarbustivo entre 0,90 e 1,10 m. Os indivíduos foram identificados e marcados com plaquetas de metal numeradas. Os exemplares do material botânico dos indivíduos de porte arbóreo e subarbustivo foram coletados e identificados no Herbário do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (Herbário ESAL).

2.2 Informações fenológicas e análise dos dados

O estudo foi realizado no período de novembro de 1995 a abril de 1997. O acompanhamento fenológico dos indivíduos foi realizado quinzenalmente durante todo esse

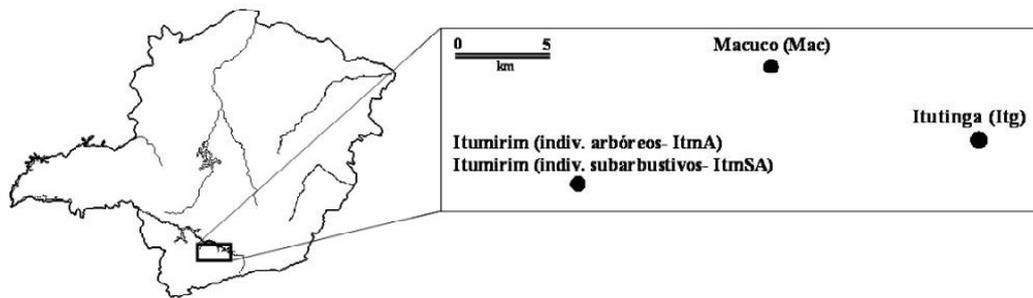


Figura 1 – Locais onde foram estudadas as populações de *Caryocar brasiliense* (círculos escuros), na região do Alto Rio Grande, sul de Minas Gerais. No local Itumirim foram analisados indivíduos arbóreos e subarbustivos.

Figure 1 – Location of the natural populations of *Caryocar brasiliense* (dark circles), in the high Rio Grande, south of Minas Gerais State. Tree and shrub individuals were analyzed in Itumirim.

período. Foram observadas a presença ou ausência das fenofases de floração (botão floral e flor), frutificação (fruto imaturo e maduro) e mudança foliar (desfolhamento e enfolhamento). Foi calculada a sincronia intrapopulacional nos eventos de floração e frutificação conforme Bencke & Morellato (2002): < 20% assincrônico, 20-60% pouco sincrônico, > 60% sincronia alta, sendo essa a proporção de indivíduos amostrados com o evento. A sincronia interpopulacional foi verificada com o uso do coeficiente de correlação não paramétrico de Spearman (r_s) e da probabilidade associada ($\alpha = 0,05$) (ZAR, 1999).

Em outubro de 1996, as inflorescências de nove indivíduos de *C. brasiliense* de porte arbóreo e de quatro indivíduos de porte subarbustivo de Itumirim foram marcadas e contadas para determinação do índice de formação de frutos. Para quantificar a formação de botões por planta foram selecionados dois galhos por árvore, em posição opostas, e os botões de cada inflorescência, contados. Em fevereiro de 1997, os frutos formados por essas inflorescências foram contados. Observações complementares, como visitas de insetos, foram também registradas no momento das avaliações fenológicas, somente com objetivo de adquirir informações adicionais relacionadas à espécie em estudo.

Os dados climatológicos (temperatura mínima, média e máxima, precipitação, umidade relativa e insolação) foram obtidos quinzenalmente no período de estudo (outubro/1995 a abril/1997), na Estação Climatológica da UFLA, localizada em Lavras, MG. Adicionalmente, utilizou-se o método de Thornthwaite-Mather para os cálculos do balanço hídrico e Thornthwaite para os cálculos da evapotranspiração potencial (VIANELLO & ALVES, 1991). Foi considerada a capacidade de armazenamento de água

no solo de 300 mm, conforme Tubelis & Nascimento (1986). Desvios da normalidade dos dados fenológicos foram verificados pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Foi calculada a relação entre os dados fenológicos e as variáveis climáticas, por meio da correlação de Spearman. Essa análise foi realizada também com os dados climáticos da segunda, terceira e quarta quinzena anteriores ao evento fenológico, conforme Marques et al. (2004).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Características dos solos

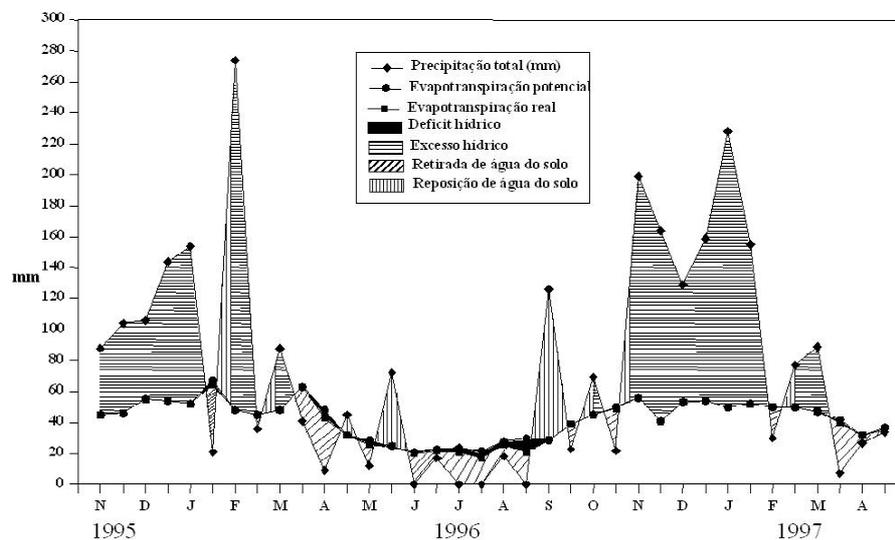
O solo do local Itumirim é do tipo areia quartzosa rasa, com superfície arenosa, afloramentos de rochas de quartzito e com fragmentos pedregosos de micaxisto. Esse tipo de solo retém pouca água devido à combinação da textura arenosa, drenagem forte e pouca profundidade aliada à baixa fertilidade. O solo do local Itutinga é do tipo Cambissolo de textura média e cascalhento, sendo a rocha original o gnaiss (Tabela 1).

3.2 Balanços hídricos

A avaliação fenológica iniciou-se na estação chuvosa, com excesso hídrico nas primeiras avaliações até o mês de janeiro/96 (Figura 2). Entre os meses de janeiro e fevereiro/96 ocorreu um veranico, ou seja, um curto período de déficit hídrico. Na primeira quinzena de fevereiro/96, com uma precipitação de 274 mm, o excesso hídrico chegou ao máximo no período das observações fenológicas. O período de seca do ano de 1996 se estendeu de abril a agosto, com acentuado déficit hídrico comparado às normais climatológicas. Em seguida, iniciou-se o período chuvoso, que prosseguiu até o mês de fevereiro/97. Nesse ano, o início do período de seca foi comparativamente mais cedo do que no ano de 1996.

Tabela 1 – Classificação e descrição dos solos de Itumirim e Itutinga.**Table 1** – Description and soil classification in Itutinga and Itumirim.

	Itumirim	Itutinga
Profundidade efetiva (cm)	65	105
Horizonte A (cm)	0-18	0-35
Horizonte BA (cm)	18-40	indefinido
Horizonte Bi (incipiente) (cm)	40-65	35-105
Horizonte Cr	quartzito em alteração	quartzito em alteração
Vegetação	campo cerrado	campo cerrado/cerrado
Drenagem	Forte	Boa

**Figura 2** – Balanço hídrico quinzenal para o período de novembro de 1995 a abril de 1997 estimado pelo método de Thornwaite-Mather, a partir de registros da Estação Climatológica Principal de Lavras (21° 13' 40" S, 44° 57' 50" W, 918 m de altitude).**Figure 2** – Biweekly hydric balance in Municipality of Lavras, MG, Southern Brazil (21° 13' 40" S, 44° 57' 50" W, 918 m) based on records from November 1995 to April 1997 (records from Federal University of Lavras).

3.3 Fenologia de *Caryocar brasiliense* - porte arbóreo

O desfolhamento teve início no final da estação chuvosa, nos meses de abril/maio-96 e março/97, tendo ocorrido um desfolhamento precoce em fevereiro (população ItmA, fevereiro/97) (Figura 3). A queda das folhas intensificou-se nos meses de julho e agosto, com a máxima atividade nas populações ItmA e Mac. No mês de junho/96, as folhas novas apresentavam-se com coloração amarela e as folhas maduras entraram em senescência em toda a copa. No final do período julho/agosto-96, as plantas

encontravam-se com poucas folhas ou completamente caducas, sendo observado nas avaliações seguintes o início do enfolhamento das árvores. Nos locais Itg e Mac, a partir do mês de fevereiro/96, houve uma elevação nos níveis de enfolhamento, chegando a 90% nos locais. O enfolhamento foi máximo entre os meses de agosto/novembro-96 nas populações ItmA e Mac. Nesse período, algumas plantas tiveram as brotações totalmente predadas por insetos, e foi observado também que algumas brotações secaram. O enfolhamento decresceu até um nível de 40 a 50% das plantas a partir de janeiro/97, finalizando em maio/97.

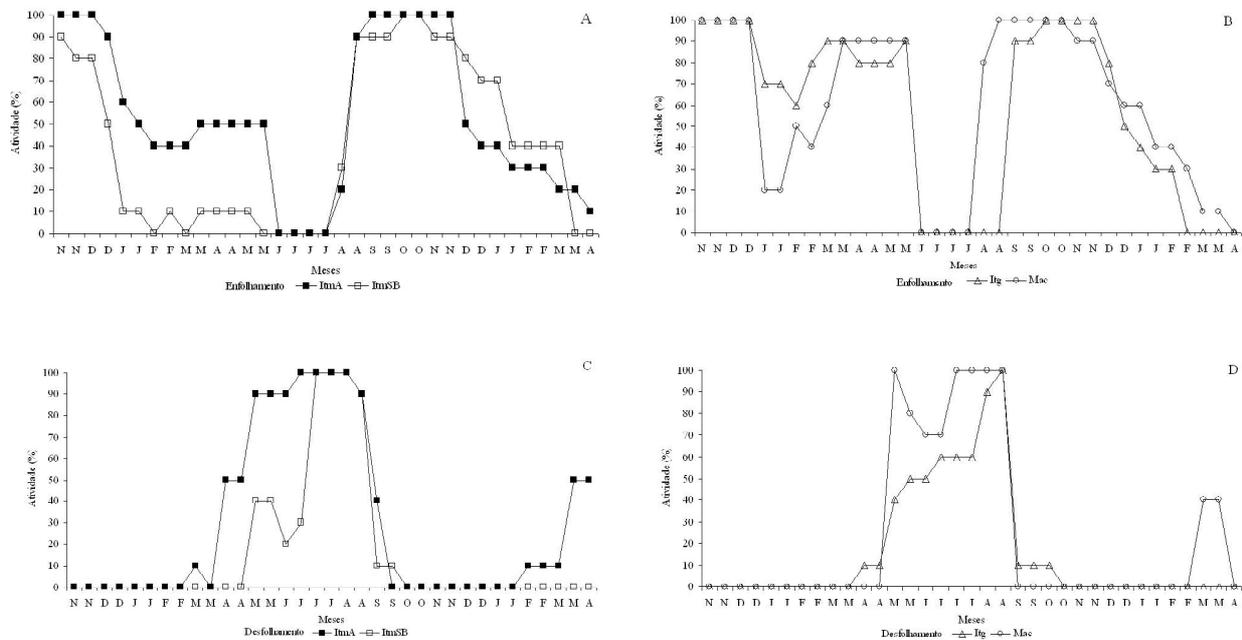


Figura 3 – Fenofases vegetativas dos indivíduos de *Caryocar brasiliense* registradas quinzenalmente no período de novembro de 1995 a abril de 1997, na região do Alto Rio Grande, Minas Gerais. ItmA, Itumirim indivíduos arbóreos; ItmSB, Itumirim, indivíduos subarbustivos; Itg, Itutinga; Mac, Macuco. Os meses estão representados pela letra inicial.

Figure 3 – Biweekly phenological events of individuals of *Caryocar brasiliense* records from November 1995 to April 1997, in Alto Rio Grande, Minas Gerais. ItmA, Itumirim, tree individuals; ItmSB, shrub individuals, Itg, Itutinga; Mac, Macuco. The months are represented by initials.

A fase reprodutiva de *C. brasiliense* inicia-se com a emissão dos botões florais em meados de agosto/setembro, com a máxima atividade no mês de outubro (Figura 4). Os botões possuíam coloração arroxeada e alguns esverdeados. Houve formação de botões florais temporários entre fevereiro/abril-96, sendo a maior atividade do evento observada no local Itg (60%), isso não se repetindo no ano de 1997. Os botões florais formados durante a estação chuvosa foram bastante predados por lagartas e outros insetos. Os botões formados no final da estação chuvosa secaram ou foram consumidos por insetos na sua maioria. A floração iniciou-se um mês e meio após o aparecimento dos botões e se estendeu de outubro/96 a final de dezembro/96, com um pico no início de dezembro (ItmA) e em meados de outubro e início de novembro (Itg e Mac). Houve a ocorrência de floração extemporânea nos meses de março e abril/96. A floração no período normal igualou-se aos níveis da formação de botões florais, o mesmo não ocorrendo na floração extemporânea, onde alguns botões iniciados não se desenvolveram. Na população ItmA não houve atividade

de floração, em nenhum indivíduo, provavelmente pela ocorrência de queimada no início de setembro/96.

Os frutos tornaram-se maduros um mês e meio após o estágio de fruto verde. Portanto, desde a antese e polinização, os frutos levaram entre três e quatro meses para atingirem a maturação. A produção de frutos maduros ocorreu em fevereiro/96, intensificando-se no final de fevereiro e início de março/96. A frutificação de 1996 foi maior do que a de 1997, em todos os locais. Apesar da ocorrência do evento de floração extemporânea em 1996, foi observada a formação de frutos maduros apenas em ItmA (maio/97), mas em pouca quantidade. A maioria dos frutos verdes formados no período da entressafra foram atacados por insetos ou secaram.

3.4 Fenologia de *Caryocar brasiliense* - porte subarbustivo

O desfolhamento teve início em maio/96, com maior atividade em julho/96, prolongando-se até setembro/96. O enfolhamento iniciou-se logo após a queda total das folhas e estendeu-se até maio/96 e entre julho/março-97. No ano de 1996, entre janeiro e maio, somente 10% dos indivíduos

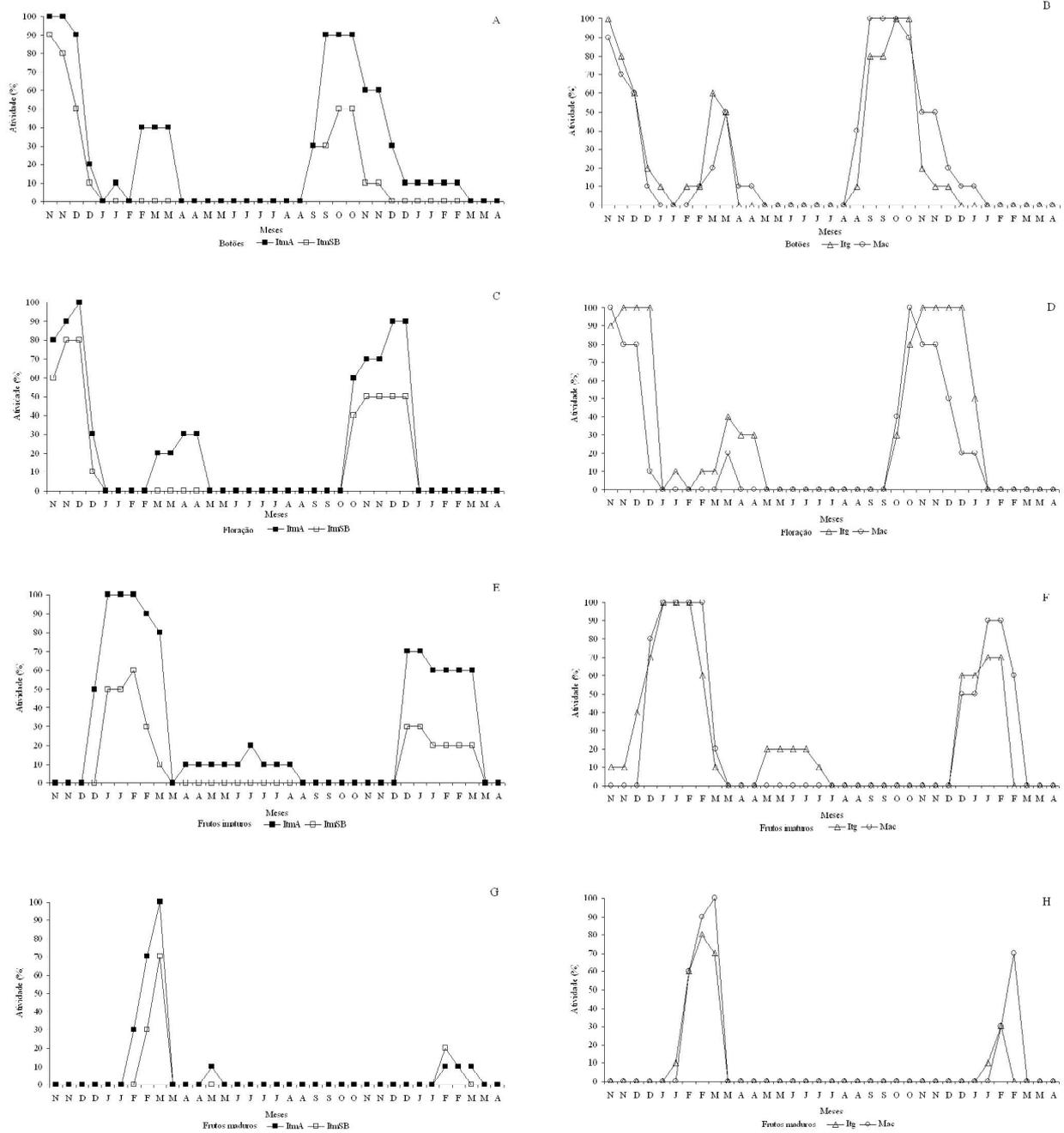


Figura 4 – Fenofases reprodutivas dos indivíduos de *Caryocar brasiliense* registradas quinzenalmente no período de novembro de 1995 a abril de 1997, na região do Alto Rio Grande, Minas Gerais. ItmA, Itumirim indivíduos arbóreos; ItmSB, Itumirim, indivíduos subarbustivos; Itg, Itutinga; Mac, Macuco. Os meses estão representados pela letra inicial.

Figure 4 – Biweekly phenological events of individuals of *Caryocar brasiliense* records from November 1995 to April 1997, in Alto Rio Grande, Minas Gerais. Itm A, Itumirim, tree individuals; ItmSB, shrub individuals, Itg, Itutinga; Mac, Macuco. The months are represented by initials.

apresentaram enfolhamento. Em 1997, a brotação foi máxima em outubro e 40% dos indivíduos continuaram enfolhando entre janeiro/março-97 (Figura 3).

Os eventos de botões florais e floração apresentaram maior atividade em 1995 do que em 1996. O desenvolvimento dos botões iniciou-se em setembro/96, com um pico em outubro, estendendo-se até dezembro. A floração ocorreu de outubro a dezembro/96, concentrando-se em novembro e dezembro. A atividade do evento de floração em 1995 foi maior do que em 1996 e a produção dos frutos em 1996 foi superior à de 1997. O período total de frutificação foi entre o final de dezembro e início de março, nas duas safras estudadas. A produção de frutos maduros ocorreu em um intervalo curto entre fevereiro e início de março. Durante o período de avaliação, os indivíduos de porte subarbustivo não apresentaram nenhum evento reprodutivo na entressafra (Figura 4).

3.5 Observações complementares e sincronia nos eventos reprodutivos

A maioria dos frutos maduros de *C. brasiliense* abriu quando ainda estavam fixos nos galhos, expondo os putâmens (caroços). Isso faz com que o extrativismo dos putâmens se torne limitado, pois eles caem no chão e são predados e disseminados, principalmente por formigas. As formigas saúvas (*Atta* sp.) consomem o mesocarpo interno (polpa) dos putâmens e os carregam em direção ao formigueiro. Após a frutificação, alguns poucos frutos permaneceram presos aos galhos e com aspecto mumificado, ou seja, secos e duros. Isso ocorreu na maioria das árvores, estendendo-se durante todo o período seco até o início das chuvas. Em algumas plantas, o fruto mumificado permaneceu fixo nos galhos durante o período chuvoso também.

Observou-se o ataque de lagartas e hemípteros sugadores às folhas e botões florais e de formigas saúvas (*Atta* sp.) às folhas durante a estação chuvosa. Posteriormente, foi constatado um grande ataque de larvas (*Carmentis* sp., Lepidoptera: Sesiidae) presentes no interior do endocarpo rígido se alimentando da semente do fruto. Alguns outros insetos associados às folhas e ramos ou à fase reprodutiva da espécie foram: o hemíptero do gênero *Edessa*, formigas do gênero *Zacryptocerus* e abelhas do gênero *Trigona*.

Em outubro de 1996, as inflorescências de indivíduos de *C. brasiliense* de porte arbóreo ($n = 9$, nº de inflorescências = 102, média botão/inflorescência = 13) apresentaram índice de formação de frutos pouco maior que os indivíduos de porte subarbustivo ($n = 4$, nº de inflorescências = 22, média botão/inflorescência = 12,2), com valores entre 0 e 5,8% e 0 e 5,0%, respectivamente. Foi observado índice de formação de frutos igual a zero em cinco árvores e em dois subarbustos.

A sincronia intrapopulacional foi alta no evento de floração em 1995 e 1996 em todos os locais (Tabela 2), entretanto foi pouco sincrônico no ano de 1996 para os indivíduos subarbustivos (ItmSB). A floração extemporânea foi pouco sincrônica em todos os locais que apresentaram o evento. A formação dos frutos maduros apresentou elevada sincronia nas populações no ano de 1996, mas, na segunda frutificação (1997), foi assincrônica em ItmA e pouco sincrônica em ItmSB e Itg. Isso se deve à baixa formação de frutos na segunda frutificação nesses locais, assim como na safra extemporânea em ItmA. Todas as correlações de Spearman para a sincronia entre as populações nos eventos de floração e frutos maduros foram positivas e significativas ($P < 0,01$). A sincronia interpopulacional no evento de floração variou entre 0,788 (ItmA e Mac) e 0,886 (ItmA e Itg) e no evento de frutos maduros entre 0,618 (ItmSB e Itg) e 0,893 (ItmSB e Mac).

Tabela 2 – Grau de sincronia intrapopulacional, em porcentagem de indivíduos, estimado no período de máxima atividade das fenofases de *Caryocar brasiliense*, na região do Alto Rio Grande, Minas Gerais. ItmA, Itumirim indivíduos arbóreos; ItmSB, Itumirim indivíduos subarbustivos; Itg, Itutinga; Mac, Macuco.

Table 2 – Percentagen of synchrony within populations of *Caryocar brasiliense*, estimated by the maximum activity of the phenological events, in the Alto Rio Grande, MG. ItmA, Itumirim, tree individuals; ItmSB, shrub individuals; Itg, Itutinga; Mac, Macuco.

Ano/Locais	Floração				Frutificação			
	ItmA	ItmSB	Itg	Mac	ItmA	ItmSB	Itg	Mac
1995	100	80	100	100	-	-	-	-
1996	30	0	40	20	100	70	80	100
1996	90	50	100	100	10	0	0	0
1997	-	-	-	-	10	20	30	70

Em negrito, produção extemporânea.

3.6 Correlações entre os dados fenológicos e as variáveis climáticas

As temperaturas médias, máximas e mínimas mostraram uma mesma tendência nas correlações e, portanto, foram apresentados apenas os dados relativos à temperatura média. A fenofase enfolhamento correlacionou-se significativa e positivamente com a precipitação média das normais climatológicas (Tabela 3), com exceção da população Mac, indicando tendência de ocorrer em maior atividade no período chuvoso. A queda de folhas apresentou correlação negativa significativa com a temperatura média, a precipitação e umidade relativa, indicando que a queda de folhas aumenta nos períodos de maior déficit hídrico. O desfolhamento se correlacionou

significativamente com a precipitação desde três quinzenas anteriores à data de ocorrência do evento, em todas as populações. Foi observada também correlação positiva significativa entre o desfolhamento e a insolação em todas as populações.

As fenofases de botões florais e floração não apresentaram correlação significativa com a insolação (Tabela 4). Com a exceção da população Itg, a análise de correlação de Spearman mostrou que as fenofases de botão e flor apresentaram correlações negativas com a umidade relativa na quarta quinzena anterior a essas fenofases. Houve correlação positiva significativa entre o número de flores abertas de *C. brasiliense* e a precipitação. Frutos imaturos e maduros apresentaram correlações positivas significativas com as variáveis temperatura, precipitação e

Tabela 3 – Valores da análise de correlação de Spearman (r_s) entre as variáveis climáticas (da quinzena de ocorrência do evento e das quatro anteriores) e os eventos fenológicos vegetativos de *Caryocar brasiliense*. ns, correlação não significativa ($\alpha = 0,05$); Tme, temperatura média quinzenal; Pre, precipitação média quinzenal; Ur, umidade relativa média quinzenal; Ins, insolação.

Table 3 – Spearman's correlation (r_s) among date climate and the phenophases vegetative of *Caryocar brasiliense*. ns, non significant correlation ($\alpha = 0,05$); Tme, temperature mean; Pre, rainfall mean; Ur, relative humidity; Ins, insolation.

	Quinzenas	Enfolhamento				Desfolhamento			
		ItmA	ItmSB	Itg	Mac	ItmA	ItmSB	Itg	Mac
Tme	0	ns	ns	ns	ns	-0,668	-0,765	-0,781	-0,707
	15	ns	ns	ns	ns	-0,461	-0,782	-0,704	-0,609
	30	ns	ns	ns	ns	Ns	-0,646	-0,620	-0,398
	45	ns	-0,451	ns	ns	Ns	-0,477	-0,438	ns
	60	ns	-0,558	ns	ns	Ns	-0,362	ns	ns
Pré	0	0,401	0,377	0,435	ns	-0,700	-0,583	-0,713	-0,650
	15	ns	ns	ns	ns	-0,697	-0,553	-0,710	-0,510
	30	ns	ns	ns	ns	-0,441	-0,691	-0,652	-0,584
	45	ns	ns	ns	ns	-0,451	-0,582	-0,670	-0,431
	60	ns	ns	ns	-0,444	Ns	-0,432	-0,392	ns
Ur	0	-0,435	-0,336	ns	ns	-0,499	-0,581	-0,641	ns
	15	-0,514	-0,355	ns	ns	-0,400	-0,454	-0,531	-0,538
	30	ns	-0,527	ns	ns	Ns	-0,489	ns	ns
	45	ns	ns	ns	-0,412	Ns	ns	ns	ns
	60	ns	ns	ns	-0,607	Ns	ns	ns	ns
Ins	0	ns	ns	ns	ns	0,394	ns	0,373	0,377
	15	ns	ns	ns	ns	0,520	0,345	0,490	ns
	30	ns	ns	ns	ns	Ns	0,452	0,416	0,458
	45	ns	0,408	ns	ns	Ns	ns	0,502	0,364
	60	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	ns	ns

Tabela 4 – Valores da análise de correlação de Spearman (r_s) entre as variáveis climáticas (da quinzena de ocorrência do evento e das quatro anteriores) e os eventos fenológicos reprodutivos de *Caryocar brasiliense*. ns, correlação não significativa (0,05); ImA, Itumirim indivíduos arbóreos; ImSB, Itumirim indivíduos subarbustivos; Ig, Itutinga; Mac, Macuco; Tme, temperatura média quinzenal; Pre, precipitação média quinzenal; Ur, umidade relativa média quinzenal; Ins, insolação.

Table 4 – Spearman's correlation (r_s) among date climate and the phenophases reproductive of *Caryocar brasiliense*. ns, non significant correlation (0,05); Tme, temperature mean; Pre, rainfall mean; Ur, relative humidity; Ins, insolation.

	Quinzenas			Botão			Floração			Fruto imaturo			Fruto maduro			
	ImA	ImSB	Ig	Mac	ImA	ImSB	Ig	Mac	ImA	ImSB	Ig	Mac	ImA	ImSB	Ig	Mac
Tme	0	0,355	ns	ns	ns	ns	0,399	ns	0,386	0,603	0,421	0,652	0,377	0,420	0,551	0,471
	15	ns	ns	ns	ns	ns	0,380	ns	0,506	0,612	0,377	0,582	0,503	0,411	0,494	0,515
	30	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,351	0,445	ns	0,397	0,460	ns	0,466	ns
	45	ns	-0,418	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,388	ns	0,444	ns	0,484	0,347
	60	ns	-0,486	ns	-0,344	ns	ns	ns	ns	ns	0,389	ns	0,349	ns	ns	0,367
Pré	0	0,405	ns	ns	0,375	0,441	0,463	0,443	ns	0,414	ns	0,391	ns	ns	ns	ns
	15	0,408	ns	ns	ns	ns	0,371	ns	ns	0,438	0,438	0,481	ns	ns	ns	ns
	30	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,417	0,546	0,502	0,599	ns	ns	0,461	0,391
	45	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,486	0,641	0,558	0,598	0,341	ns	0,368	ns
	60	ns	-0,450	ns	-0,433	ns	ns	ns	0,561	0,561	0,474	0,488	0,497	0,375	0,549	0,410
Ur	0	ns	ns	ns	ns	ns	0,413	ns	0,351	0,461	ns	0,443	ns	ns	ns	ns
	15	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,373	0,498	0,483	0,428	ns	ns	ns	ns
	30	ns	-0,393	-0,379	-0,385	ns	-0,393	ns	ns	0,437	0,519	0,505	ns	ns	0,440	ns
	45	ns	-0,467	-0,409	-0,495	ns	-0,467	ns	0,505	0,485	0,480	0,474	0,439	ns	0,374	0,366
	60	-0,429	-0,602	-0,558	-0,637	-0,335	-0,602	ns	0,515	0,405	ns	ns	0,571	0,463	0,487	0,416
Ins	0	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	15	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	30	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	0,453	-0,336	ns	-0,398	ns	ns	ns	ns
	45	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-0,366	ns	ns	ns	ns
	60	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-0,388	ns	-0,366	ns	ns	ns	ns

umidade relativa média. As relações entre a maturação dos frutos e o período chuvoso é indicada pelas correlações positivas entre esse evento e as variáveis precipitação e umidade relativa, com atraso de duas a quatro quinzenas do evento fenológico em todas as populações. Frutos maduros apresentaram correlação linear negativa e significativa com a insolação na quarta quinzena anterior à ocorrência do evento, mostrando que houve uma tendência de se encontrar um menor número de árvores com frutos maduros quando ocorreram maiores valores de insolação em todas as populações.

O desfolhamento das populações de *C. brasiliense* em ItmA e ItmSB iniciou-se com a antecedência de um mês em relação a Itg e antes do início do período de déficit hídrico no solo (abril). Em Itg, o desfolhamento iniciou-se logo após o início do período seco. Isso provavelmente ocorreu devido às condições de solo de Itm serem de menor capacidade de armazenamento de água, comparado a Itg. Notou-se que a intensificação do desfolhamento em 1996 coincidiu com o período de déficit hídrico contínuo. A forte deciduidade e a completa queda das folhas de *C. brasiliense* também foram relatadas por Dutra (1987). No presente estudo foi observada uma deciduidade mais precoce (março/abril) do que a relatada por Dutra (1987) e Gribel & Hay (1993) na região do Distrito Federal (DF). O período de desfolhamento máximo (junho e agosto) foi semelhante ao encontrado por esses autores. A ocorrência da queda das folhas com uma vigorosa emissão de brotos e de botões de modo simultâneo, ou logo em seguida, observado neste trabalho, também foi relatado por Gribel & Hay (1993).

A floração de *C. brasiliense* foi mais tardia do que a relatada por Dutra (1987) e Gribel & Hay (1993) no DF e Araújo (1995) na região de Montes Claros-MG, mas coincidiu com o período observado por Barradas (1972) em Cajuru-SP. Notou-se que a safra de 1996 foi superior à de 1997 em todas as populações. Essa irregularidade na produção de frutos de *C. brasiliense* também foi observada em outros estudos (ARAÚJO, 1995; BARRADAS, 1972). Os baixos índices de formação de frutos maduros observados neste trabalho podem ser conseqüências de processos de aborto nos frutos que, segundo Gribel & Hay (1993), faz com que somente 3,0% dos ovários produzidos desenvolvam-se até o estágio de fruto maduro e que somente cerca de 1,0% dos óvulos produzidos desenvolvam-se até o estágio de semente.

A presença de representantes da formiga do gênero *Zacryptocerus* encontrada nesse estudo indica, de acordo com Oliveira (1997), alguma redução do índice de predação

por herbívoros nos indivíduos de *C. brasiliense*, por ela visitados. Entretanto, foi constatado intenso ataque às folhas, botões florais e frutos por lagartas, formigas e outros insetos, também relatado em outros estudos (ARAÚJO, 1995; BARRADAS, 1972; GRIBEL & HAY, 1993).

A alta sincronia intrapopulacional no evento de floração no ano de 1995, em todas as populações, pode ter sido importante para elevar os níveis de polinização, pois indivíduos florescendo sincronicamente em uma população podem atrair maior número de visitantes florais e aumentar as taxas de visitas às flores e o transporte de pólen entre plantas (AUGSPURGER, 1981; PRIMACK, 1980). A alta sincronia interpopulacional nos eventos de floração e de frutificação, indicada pela correlação de Spearman, pode estar contribuindo para a manutenção do fluxo gênico entre as populações, pois a polinização é realizada por morcegos, cujo vôo atinge grandes distâncias, e a dispersão dos frutos é realizada por mamíferos e grandes aves (GRIBEL & HAY, 1993). No entanto, para confirmar e discutir essa possibilidade, torna-se necessário o estudo da estrutura genética das populações de *C. brasiliense*.

O evento de desfolhamento se correlacionou significativamente com as variáveis ambientais, desde três quinzenas anteriores à data da ocorrência do evento, em todas as populações. As plantas realmente podem apresentar uma resposta fenológica atrasada a um dado estímulo ambiental (MARQUES et al., 2004). Isso sugere que a queda foliar está relacionada com fatores climáticos anteriores ao evento, ou seja, a diminuição da precipitação, da umidade relativa e da temperatura levaram a um aumento gradual na perda de folhas. Os eventos de senescência e queda foliar, provavelmente, encontram-se relacionados com o início da estação seca, quando ocorre um aumento da evapotranspiração. Desse modo, a perda de folhas no período seco constitui um fator de economia hídrica para as plantas, e os baixos índices de umidade estimulam a abscisão foliar (BORCHERT et al., 2002).

A ocorrência da maturação dos frutos no final da estação chuvosa foi semelhante à encontrada por Barradas (1972). Entretanto, Araújo (1995) registrou, no norte de Minas Gerais, que a maturação dos frutos terminou antes do período das chuvas. A produção de frutos extemporânea, menos abundante em julho e agosto, também foi registrada por Araújo (1995) e Gribel & Hay (1993). A distribuição da frutificação concentrada nos meses de fevereiro e março e a temporã no mês de maio revelam o potencial para seleção e melhoramento genético do pequi para gerar cultivares que propiciem maior tempo

de oferta de frutos. Isso poderia agregar mais renda às comunidades rurais que já utilizam o pequi como fonte econômica. Do ponto de vista nutricional, tal cultivo também poderia fornecer uma fonte altamente rica em nutrientes, com uma maior distribuição ao longo do ano.

As fenofases dos indivíduos de porte arbóreo e os de porte subarbustivo apresentaram os mesmos períodos de ocorrência, mas geralmente ocorrem em menor atividade e amplitude nos indivíduos de porte subarbustivo. A análise botânica, com base em comparações com as exsicatas do Herbário ESAL, determinou que os indivíduos de porte arbóreo e subarbustivo de Itm pertencem à mesma subespécie, ou seja, à subespécie *brasiliense*. A indicação de que os indivíduos de porte subarbustivo, nesse local estudado, ser uma condição de solo não parece ser apropriada. Isso porque os indivíduos de porte subarbustivo surgem lado a lado a indivíduos de porte arbóreo, ou seja, nas mesmas condições de solo, como foi verificado pela classificação realizada. Durante as visitas às populações de Itumirim, pôde-se observar que o local, apesar de permanecer isolado, estava sujeito a alguma ação antrópica, pois foi registrada uma queimada durante o período de estudos. Alguns indivíduos de porte subarbustivo apresentavam na base do caule vestígios de uma estrutura lenhosa, podendo ser um tronco que havia sido destruído por fogo ou podas. Além disso, esses indivíduos aparecem em moitas, sugerindo a possibilidade de origem a partir de brotações vegetativas que surgiram de uma estrutura lenhosa remanescente na superfície do solo. Em outro local, na região de Itumirim, que também apresentava indivíduos de porte subarbustivo, constatou-se que tal condição era devido a podas frequentes efetuadas pelo dono da área.

4 CONCLUSÕES

A espécie *Caryocar brasiliense* é caducifólia. A floração e frutificação ocorrem durante a estação chuvosa. A época ideal, para coleta de frutos maduros nos locais estudados, é nos meses de fevereiro e março. A fase reprodutiva parece ser anual ou subanual, com mais de um episódio de floração por ano. Indivíduos de *C. brasiliense* de porte arbóreo e porte subarbustivo apresentaram as fenofases em épocas semelhantes. A análise botânica confirmou os dados obtidos pelas observações fenológicas, ou seja, os indivíduos estudados pertencem à mesma subespécie. Nas condições analisadas, as variações de porte, encontradas no local estudado no município de Itumirim, devem ser consideradas como

resultado de efeito antrópico, como por exemplo, queimadas e podas.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S. P.; PROENÇA, C. E. B.; SANO, S. M.; RIBEIRO, J. P. **Cerrado**: espécies vegetais úteis. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998. 464 p.
- ARAÚJO, F. D. A review of *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae) - an economically valuable species of the Central Brazilian Cerrados. **Economic Botany**, Bronx, v. 49, p. 40-48, 1995.
- AUGSPURGER, C. K. Reproductive synchrony of a tropical plant: experimental effects of pollinators and seed predators on *Hybanthus prunifolius* (Violaceae). **Ecology**, Washington, v. 62, n. 3, p. 755-788, 1981.
- BARRADAS, M. M. Informações sobre floração, frutificação e dispersão do pequi *Caryocar brasiliense* Camb. (Caryocaraceae). **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 24, n. 11, p. 1063-1068, 1972.
- BENCKE, C. S. C.; MORELLATO, L. P. C. Estudo comparativo da fenologia de nove espécies arbóreas em três tipos de floresta atlântica no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 237-248, 2002.
- BORCHERT, R.; RIVERA, G.; HAGNAUER, W. Modification of vegetative phenology in a tropical semi-deciduous forest by abnormal drought and rain. **Biotropica**, v. 34, p. 27-39, 2002.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normas climatológicas**: 1961-1990. Brasília, DF, 1992. 132 p.
- CAMARGO-RICALDE, S. L.; DHILLION, S. S.; GARCÍA-GARCÍA, V. Phenology, and seed production and germination of seven endemic *Mimosa* species (Fabaceae-Mimosoideae) of the Tehuacán-Cuicatlán Valley, Mexico. **Journal of Arid Environments**, v. 58, p. 423-437, 2004.
- CHÉVEZ POZO, O. V. **O pequi (*Caryocar brasiliense*): uma alternativa para o desenvolvimento sustentável do cerrado no Norte de Minas Gerais**. 1997. 100 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1997.
- DAVIES, S. J.; ASHTON, P. S. Phenology and fecundity in 11 sympatric pioneer species of *Macaranga* (Euphorbiaceae) in Borneo. **American Journal of Botany**, v. 86, n. 12, p. 1786-1795, 1999.

- DUTRA, R. de C. Fenologia de dez espécies arbóreas nativas do cerrado de Brasília-DF. **Brasil Florestal**, Rio de Janeiro, v. 62, p. 23-41, out./dez. 1987.
- EL-KASSABY, Y. A.; FASHLERAND, A. M. K.; SZIKLAI, O. Reproductive phenology and its impact on genetically improved seed production in a Douglas-fir seed orchard. **Silvae Genetica**, v. 33, p. 120-125, 1984.
- FOURNIER, L. A.; CHARPANTIER, C. El tamaño de la muestra y la frecuencia de las observaciones en el estudio de las características fenológicas de los árboles tropicales. **Turrialba**, v. 25, p. 45-48, 1975.
- FRANKIE, G. W.; BAKER, H. G.; OPLER, P. A. A comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, v. 62, n. 3, p. 881-919, 1974.
- FUCHS, E. J.; LOBO, J. A.; QUESADA, M. Effects of forest fragmentation and flowering phenology on the reproductive success and mating patterns of the tropical dry forest tree *Pachira quinata*. **Conservation Biology**, Malden, v. 17, n. 1, p. 149-157, Feb. 2003.
- GOULART, M. F.; LEMOS FILHO, J. P.; LOVATO, M. B. Phenological variation within and among populations of *Plathymenia reticulata* in Brazilian Cerrado, the Atlantic Forest and Transitional Sites. **Annals of Botany**, London, v. 96, p. 445-455, 2005.
- GRIBEL, R.; HAY, J. D. Pollination ecology of *Caryocar brasiliense* (Cariocaraceae) in Central Brazil cerrado vegetation. **Journal of Tropical Ecology**, v. 9, p. 199-211, 1993.
- HALL, P.; WALKER, S.; BAWA, K. S. Effect of forest fragmentation on genetic diversity and mating system in a tropical tree, *Pithecellobium elegans*. **Conservation Biology**, Malden, v. 10, n. 3, p. 757-768, June 1996.
- HERRERÍAS-DIEGO, Y.; QUESADA, M.; STONER, K. E.; LOBO, J. A. Effects of forest fragmentation on phenological patterns and reproductive success of the Tropical Dry Forest tree *Ceiba aesculifolia*. **Conservation Biology**, Essex, v. 20, n. 4, p. 1111-1120, 2006.
- JANZEN, D. H. Seed predation by animals. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 2, p. 465-492, 1971.
- JUSTINIANO, M. A.; FREDERICKSEN, T. S. Phenology of tree species in Bolivian dry forests. **Biotropica**, v. 32, n. 2, p. 276-81, 2000.
- MARQUES, M. C. M.; ROPER, J. J.; SALVALAGGIO, A. P. B. Phenological patterns among plant life forms in a Subtropical Forest in Southern Brazil. **Plant Ecology**, v. 173, p. 203-213, 2004.
- MELO JÚNIOR, A. F.; CARVALHO, D.; PÓVOA, J. S. R.; BEARZOTI, E. Estrutura genética de populações naturais de pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.). **Scientia Forestalis**, Amsterdam, v. 66, p. 56-65, 2004.
- MORELLATO, L. P. C. Phenology, sex ratio, and spatial distribution among dioecious species of *Trichilia* (Meliaceae). **Plant Biology**, v. 6, p. 491-497, 2004.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B.; KENT, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, London, v. 403, p. 853-858, 2000.
- OLIVEIRA, P. S. The ecological function of extrafloral nectarines: herbivore deterrence by visiting ants and reproductive output in *Caryocar brasiliense* (Caryocaraceae). **Functional Ecology**, London, v. 11, p. 323-330, 1997.
- OLIVEIRA, P. E.; GIBBS, P. E. Reproductive biology of woody plants in a cerrado community of Central Brazil. **Flora**, v. 95, p. 311-329, 2000.
- PRIMACK, R. B. Phenological variation within natural populations: flowering in New Zealand montane shrubs. **Journal of Ecology**, Oxford, v. 68, n. 3, p. 849-862, Sept. 1980.
- PROENÇA, C.; OLIVEIRA, R. S.; SILVA, A. P. **Flores e frutos do cerrado**. Brasília, DF: UnB, 2000. 226 p.
- RATTER, J. A.; RIBEIRO, J. F.; BRIGEWATER, S. The Brazilian cerrado vegetation and threats to its biodiversity. **Annals of Botany**, London, v. 80, p. 223-320, 1997.
- SEGHIERI, J.; SIMIER, S. Variations in phenology of a residual invasive shrub species in Sahelian fallow savannas, south-west Niger. **Journal of Tropical Ecology**, v. 18, p. 897-912, 2002.
- SOLIVA, M.; WIDMER, A. Genetic and floral divergence among sympatric populations of *Gymnadenia conopsea* S.L. (Orchideaceae) with different flowering phenology. **International Journal of Plant Sciences**, v. 160, n. 5, p. 897-905, 1999.

- TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L. **Meteorologia descritiva**: fundamentos e aplicações brasileiras. São Paulo: Nobel, 1986. 374 p.
- VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, MG: UFV, 1991. 449 p.
- WILLIAMS, R. J.; MYERS, B. A.; EAMUS, D.; DUFF, G. A. Reproductive phenology of woody species in a North Australian Tropical savanna. **Biotropica**, v. 31, p. 626-636, 1999.
- WRIGHT, S. J.; CARRASCO, C.; CALDERÓN, O.; PATON, S. The El Niño Southern oscillation, variable fruit production, and famine in a tropical forest. **Ecology**, Durham, v. 80, p. 1632-1647, 1999.
- ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 4. ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1999.